

No titl available.

Patent Number: DE19617538

Publication date: 1997-10-30

Inventor(s): HOFMANN ACHIM DIPL CHEM DR (DE); SCHROPP ROLAND DIPL CHEM DR (DE); ROEDIG KARL-HEINZ (DE); ZEUNER SIEGFRIED DIPL CHEM DR (DE)

Applicant(s):: TEMIC BAYERN CHEM AIRBAG GMBH (DE)

Requested Patent: ☐ DE19617538 ~~de~~

Application Number: DE19961017538 19960502

Priority Number (s): DE19961017538 19960502

IPC Classification: C06D5/06 ; B60R21/26

EC Classification: C06D5/06Equivalents: ☐ WO9742142 ~~de~~ *de 158***Abstract**

A mixture of substances for the pyrotechnic generation of propellants for motor vehicle passenger protection devices consists of: (a) 10 to 50 wt % of a fuel selected from the acid dihydrazide group and (b) 50 to 90 wt % of an inorganic oxidiser selected from the group of nitrates and peroxides or their mixtures, in relation to the total weight of the mixture of fuel and oxidiser, and (c) possibly up to 30 wt % in relation to the total weight of the mixture, of a metal oxide and (d) possibly further additives or auxiliaries. The mixture of the invention is azide-free, consists of non-toxic components, is highly stable thermally and chemically, has an adequate rate of combustion and good ignitibility, where the combustion temperatures are markedly lower than those of prior art gas-generating mixtures, the quantity of gaseously generated fine dust particles is smaller, the combustion residues are easily filtrable, the propellant gas composition is essentially benign, the concentrations of noxious gases like CO and NOx in the propellant are as small as possible and the raw materials are particularly cheap.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 196 17 538.0-45
22 Anmeldetag: 2. 5. 96
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 30. 10. 97

DE 196 17 538 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

TEMIC Bayern-Chemie Airbag GmbH, 84544 Aschau,
DE

74 Vertreter:

Prinz und Kollegen, 81241 München

72 Erfinder:

Hofmann, Achim, Dipl.-Chem. Dr., 97340 Marktbreit,
DE; Schropp, Roland, Dipl.-Chem. Dr., 93098
Mintraching, DE; Rödiger, Karl-Heinz, 84559 Kraiburg,
DE; Zeuner, Siegfried, Dipl.-Chem. Dr., 81369
München, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	1 95 16 818 A1
DE	1 95 16 818 A1
DE	44 35 790 A1
DE	44 23 088 A1
DE	43 17 727 A1
DE	42 09 878 A1
DE	24 59 667 A1
US	50 35 757 A
US	49 48 439 A
US	38 80 595 A
US	38 39 105 A

64 Gaserzeugendes, azidfreies Stoffgemisch

57 Ein Stoffgemisch zur pyrotechnischen Erzeugung von
Treibgasen für Insassenschutzvorrichtungen in Kraftfahrzeu-
gen besteht im wesentlichen aus

- a) einem Brennstoff aus der Gruppe der Säure-Dihydrazide,
Hydrazin-Dicarbonsäure-Verbindungen oder Mischungen
aus diesen, mit einem Anteil von 10 bis 50 Gew.-% und
- b) einem anorganischen Oxidator aus der Gruppe der
Nitrats, Peroxide oder Mischungen aus diesen, mit einem
Anteil von 50 bis 90 Gew.-%.

Das erfindungsgemäße Treibstoffgemisch ist azidfrei, be-
steht aus ungiftigen Komponenten, weist eine hohe thermi-
sche und chemische Stabilität auf, ist gut verarbeitbar und
nicht hygroskopisch, besitzt eine ausreichende Abbrandge-
schwindigkeit sowie eine gute Anzündwilligkeit, wobei die
Verbrennungstemperaturen gegenüber bekannten gaserzeu-
genden Mischungen merklich reduziert sind, der Anteil an
gasförmig erzeugten Feinstaubpartikeln geringer ist, ein gut
filtrierbarer Verbrennungsrückstand erzeugt wird, die Treib-
gaszusammensetzung im wesentlichen unbedenklich ist, die
Konzentrationen an Schadgasen wie CO, NO_x im Treibgas
möglichst gering sind und die Ausgangsstoffe dabei beson-
ders preiswert sind.

DE 196 17 538 C 1

Die Erfindung betrifft ein Stoffgemisch zur pyrotechnischen Erzeugung von Gasen, insbesondere von Treibgasen für Insassenschutzvorrichtungen in Kraftfahrzeugen, wie z. B. für Fahrer-, Beifahrer- und/oder Seitenaufprall-Airbagsysteme.

Ein solches Stoffgemisch ist beispielsweise aus der DE 44 23 088 A1 bekannt.

Passive Sicherheitseinrichtungen für Kraftfahrzeuge, wie beispielsweise Airbagsysteme, dienen dazu, im Falle einer Kollision des Fahrzeuges die Fahrzeuginsassen vor Verletzungen zu schützen. Hierzu enthält ein Gas-erzeuger in einem Brennraum ein gaserzeugendes Stoffgemisch in Form von Tabletten, Pellets oder Granulat, das nach einer elektrischen Aktivierung ein Treibgas erzeugt, das seinerseits einen Gassack aufbläst, wodurch vermieden wird, daß der Fahrzeuginsasse beispielsweise auf die Windschutzscheibe, das Lenkrad oder das Armaturenbrett aufschlägt.

Als gaserzeugende Stoffgemische sind verschiedene Stoffgemische bekannt. So wird beispielsweise Natriumazid als gasliefernde Hauptkomponente, Kaliumnitrat als Oxidator und Siliziumdioxid eingesetzt, wobei das Siliziumdioxid die bei der Reaktion des Azids mit dem Nitrat gebildeten Stoffe Natrium und Kalium als Schlacke bindet. Ein wesentlicher Nachteil der Verwendung von natriumazidhaltigen Treibstoffen liegt in deren hohen Toxizität, was besondere Maßnahmen unter anderem bei der Herstellung, dem Transport und der Entsorgung erfordert. Nachteilig sind auch die stark alkalisch reagierenden Verbrennungsrückstände, die eine Verätzungsgefahr hervorrufen können.

Ferner sind gaserzeugende Nassen bekannt, die aus einem Alkalimetallazid und einem Metalloxid, meist aus Eisenoxid, bestehen (vgl. DE 24 59 667 A1). Diese bekannten Stoffgemische weisen jedoch zudem eine geringe Abbrandgeschwindigkeit und eine schlechte Anzündwilligkeit auf.

Weiterhin ist aus der DE 43 17 727 A1 die Verwendung eines Stoffgemisches aus Nitrozellulose und Nitroglycerin bekannt. Solche Treibstoffgemische auf der Basis von Nitrozellulose weisen eine schlechte Temperaturstabilität auf, mit der Folge einer begrenzten Lebensdauer und der Unmöglichkeit diesen Stoff zu recyceln. Darüber hinaus enthalten diese Treibstoffgemische Schwermetallsalze als Abbrandregler, was zusätzlich die Entsorgung erschwert. Von größtem Nachteil dagegen sind die beim Abbrand entstehenden enormen Mengen an Kohlenstoffmonoxid.

Nun sind in den letzten Jahren natriumazidfreie Treibstoffmischungen vorgeschlagen worden (siehe beispielsweise US 4,948,439), die als Hauptkomponente stickstoffreiche organische Verbindungen wie Tetrazole bzw. Tetrazolderivate oder Tetrazolate enthalten. Solche stickstoffhaltigen, organischen Treibstoffgemische weisen dagegen den Nachteil auf, daß bei der Verbrennung neben Kohlenstoffmonoxid in beträchtlichen Mengen auch nitrose Gase NO_x freigesetzt werden, so daß die Gefahr einer kombinierten Vergiftung nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Druckschrift US 3,880,595 offenbart Stoffgemische, die auf einer stickstofffreien organischen Verbindung, wie zum Beispiel Zitronensäure, basieren. Der Nachteil dieser Treibstoffe liegt in deren niedrigen thermischen Stabilität und deren hohen Hygroskopizität sowie in der schlechten Verarbeitbarkeit, insbesondere die nur unter großen Schwierigkeiten durchzuführende

Verpressung zu Tabletten bzw. Pellets.

Die US 3,839,105 beschreibt ein aushärtbares Treibmittel I auf der Basis verbrennbarer Kunststoffe und hauptsächlich Ammoniumperchlorat (ähnlich Raketen-treibstoffen), dem Oxalyldihydrazid als Kühlmittel I zugesetzt wird. Die Verwendung der genannten Stoffkombination ist zwingend. Es lassen sich zwar auch Kombinationen mit niedrigen Verbrennungstemperaturen herstellen, diese sind jedoch generell stark sauerstoffunterbilanziert, was zur Bildung hoher Mengen an giftigem Kohlenmonoxid beim Abbrand führt.

Die Verwendung von Ammoniumperchlorat erzeugt zudem zu hohe Anteile an toxischem und korrosivem Chlorwasserstoff. Beides ist in höchstem Maße unerwünscht und für die Verwendung in Fahrzeuginsassenschutzsystemen (Airbag) unzulässig.

Nachteilig bei den in der US 5,035,757 beschriebenen gaserzeugenden Gemischen ist die generelle Verwendung von 5-Aminotetrazol (5-ATZ) als Brennstoff. 5-ATZ ist üblicherweise mit einem Mol Kristallwasser ($\text{CH}_3\text{N}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$) erhältlich, das abhängig von der Umgebungstemperatur relativ leicht abgegeben wird. Für den Einsatz in Airbag-Gasgeneratoren ergibt sich hieraus eine Unsicherheitsstelle, so daß 5-ATZ grundsätzlich in getrockneter Form (ohne Kristallwasser) eingesetzt werden muß. In dieser Form ist das Material jedoch äußerst hygroskopisch und erfordert hohen zusätzlichen Aufwand bei Herstellung, Verarbeitung und Montage zur Sicherstellung der heute üblicherweise geforderten 15 Jahre Lebensdauergarantie.

Bei den in der DE 42 09 878 A1 offenbarten Mischungen ist wiederum die Verwendung von anorganischen Peroxiden nachteilig. Diese sind dafür bekannt, daß sie thermisch und chemisch nur mäßig stabil sind. Es ist zweifelhaft, ob mit diesen Mischungen die hohen Anforderungen, wie sie an Airbag-Gasgeneratoren gestellt werden (z. B. Temperaturlagerung über 400 h bei 105°C), erfüllt werden können.

Die DE 195 16 818 A1 betrifft eine Gasentwicklerzusammensetzung, die als Hauptkomponenten Hydrazodicarbonamid als Brennstoff und ein Sauerstoffsäuresalz als Oxidationsmittel enthält. Ihr Gehalt an Hydrazodicarbonamid beträgt 10 bis 45 Gew.-%, und ihr Gehalt an Sauerstoffsäuresalz beträgt 90 bis 55 Gew.-%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht dieser Hauptkomponenten. Als Sauerstoffsäuresalz werden insbesondere die Alkalimetallsalze der Halogensauerstoffsäuren oder der Perhalogensäuren und insbesondere Kaliumperchlorat vorgeschlagen. Es werden jedoch auch Nitrate, wie beispielsweise Kaliumnitrat, Natriumnitrat, Strontiumnitrat, Bariumnitrat, Calciumnitrat und Bleinitrat genannt. Wegen der Beschränkung auf Hydrazodicarbonamid als Brennstoff besitzt die vorgeschlagene Gasentwicklerzusammensetzung jedoch eine nur eingeschränkte Anwendbarkeit.

Die DE 44 35 790 A1 bezieht sich auf die Verwendung eines Gasgeneratortreibstoffs, der mindestens ein Carbonat, Hydrogencarbonat oder Nitrat von Guanidin, Aminoguanidin, Diaminoguanidin oder Triaminoguanidin umfaßt. Der Treibstoff zeigt jedoch eine unzureichende Lagerstabilität.

Die in der eingangs zitierten DE 44 23 088 A1 beschriebenen Mischungen schließlich haben aufgrund der Verwendung stickstofffreier Komponenten zwar den Vorteil, daß bei der Verbrennung keine schädlichen Stickoxide (NO_x) entstehen können, nachteilig sind jedoch die relativ hohen Verbrennungstemperaturen (i. a. > 2100 K) sowie die Erzeugung großer Mengen an

nicht filtrierbaren Feinstaubpartikeln wie KCl (Kp. 1686 K, aus der Zersetzung von KClO_4), die unter den Reaktionsbedingungen gasförmig entstehen und größtenteils erst nach dem Ausströmen aus dem Gasgenerator kondensieren. Zudem sind die molbezogenen Gasausbeuten relativ gering (ca. 16 Mol/kg).

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, ein gaserzeugendes, azidfreies Stoffgemisch bereitzustellen, das aus ungiftigen Komponenten besteht, eine hohe thermische und chemische Stabilität aufweist, gut verarbeitbar und nicht hygroskopisch ist, eine ausreichende Abbrandgeschwindigkeit sowie eine gute Anzündwilligkeit besitzt, wobei die Verbrennungstemperaturen gegenüber bekannten gaserzeugenden Mischungen merklich reduziert sind, der Anteil an gasförmig erzeugten Feinstaubpartikeln geringer ist, ein gut filtrierbarer Verbrennungsrückstand erzeugt wird, die Treibgaszusammensetzung im wesentlichen unbedenklich ist, die Konzentrationen an Schadgasen wie CO , NO_x im Treibgas möglichst gering ist und die Ausgangsstoffe dabei möglichst preiswert sind.

Diese komplexe Aufgabe wird auf ebenso einfache wie überraschend wirkungsvolle Art mit einem Stoffgemisch der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß das Stoffgemisch eine gaserzeugende Mischung umfaßt, die aus

- a) 10 bis 50 Gew.-% eines aus der Gruppe der Säure-Dihydrazide ausgewählten Brennstoffs und
- b) 50 bis 90 Gew.-% eines aus der Gruppe der Nitrate und Peroxide oder deren Mischungen ausgewählten anorganischen Oxidators besteht.

Diese Treibstoffkomponenten sind ungiftig und preiswert sowie recyclingfähig und zudem sehr gut verarbeitbar. Ferner wird mit diesem erfindungsgemäßen Stoffgemisch eine hohe Abbrandgeschwindigkeit erzielt, wobei jedoch die Verbrennungsrückstände ungiftig sind. Zudem weist das Treibgas selbst nur einen minimalen Schadgasgehalt auf. Schließlich ist das erfindungsgemäße Stoffgemisch schwermetallfrei und mit geringen Herstellkosten zu fertigen.

Der erfindungsgemäße Stoffgemisch weist zudem eine hohe thermische Stabilität und eine große Langzeitstabilität auf. Die Ausgangsstoffe zur Erzeugung des erfindungsgemäßen Stoffgemisches sind ungiftig und insbesondere frei von Aziden und Schwermetallen. Die Verbrennungstemperaturen des erfindungsgemäßen Gemisches sind typischerweise relativ niedrig (unter 2000 K) und führen nicht zur Erzeugung von giftigen Treibgasen. Schließlich ist auch der Anteil an gasförmig erzeugten Feinstaubpartikeln bei der Verwendung des erfindungsgemäßen Stoffgemisches zur Erzeugung von Treibgasen äußerst niedrig.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Stoffgemisches kann zusätzlich zu der gaserzeugenden Mischung ein Metalloxid in einer Menge von bis 30 Gew.-%, vorzugsweise zwischen 5 und 20 Gew.-% enthalten. Dieses Metalloxid dient zum einen als Kühlmittel, zum anderen als ballistisches Additiv.

Als Metalloxid kann eine Auswahl aus den Gruppen Al_2O_3 , B_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , MnO_2 , CuO , Fe_2O_3 und ZnO getroffen werden oder eine Mischung derselben verwendet werden.

Bevorzugt ist eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stoffgemisches, bei dem als Brennstoff ein Stoff aus der Gruppe der Dihydrazide der Kohlensäure, Oxalsäure, organischer Dicarbonsäuren oder eine Mi-

schung aus diesen eingesetzt wird.

Besonders bevorzugt wird als Brennstoff Oxalsäure-Dihydrazid eingesetzt.

Als anorganischer Oxidator wird jeweils ein Stoff aus der Gruppe Strontiumnitrat, Kaliumnitrat, Natriumnitrat oder eine Mischung aus diesen eingesetzt.

Besonders bevorzugt wird entweder ausschließlich Strontiumnitrat oder ein Gemisch aus Strontiumnitrat und Kaliumnitrat oder aus Strontiumnitrat mit Natriumnitrat als anorganischer Oxidator eingesetzt.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den Zeichnungen. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter aufgeführten Merkmale erfindungsgemäß jeweils einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

Die Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm eines thermischen Langzeit-Stabilitätstests eines erfindungsgemäßen Stoffgemisches;

Fig. 2 ein Diagramm eines Hygroskopizitätstests des erfindungsgemäßen Stoffgemisches aus Fig. 1 bei unterschiedlichen relativen Luftfeuchtigkeiten; und

Fig. 3 eine vergleichende Tabelle mit Eigenschaften erfindungsgemäßer Stoffgemische nach Ausführungsbeispiel 3 und 4 in Gegenüberstellung zu den Eigenschaften eines aus der DE 44 23 088 A1 bekannten Treibstoffgemisches.

Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel kann das erfindungsgemäße Stoffgemisch aus 30 Gew.-% Oxalsäuredihydrazid als Brennstoff und aus 70 Gew.-% Strontiumnitrat als anorganischem Oxidator bestehen.

Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel kann das erfindungsgemäße Stoffgemisch 32 Gew.-% Oxalsäuredihydrazid als Brennstoff, 63 Gew.-% Strontiumnitrat als anorganischem Oxidator und zusätzlich 5 Gew.-% Eisen (III)-Oxid als Kühlreagenz, welches die Abbrandtemperatur herabsetzt, aufweisen.

Bei einem dritten Ausführungsbeispiel enthält das erfindungsgemäße Stoffgemisch 30 Gew.-% Oxalsäuredihydrazid als Brennstoff sowie ein Gemisch aus 65 Gew.-% Strontiumnitrat und 5 Gew.-% Natriumnitrat als anorganischem Oxidator.

Allgemein kann das erfindungsgemäße Stoffgemisch 10 bis 50 Gew.-% eines Brennstoffes aus der Gruppe der Säure-Dihydrazide sowie entsprechend 90 bis 50 Gew.-% eines anorganischen Oxidators aus der Gruppe der Nitrate, Peroxide sowie deren Mischungen enthalten. Zusätzlich kann jeweils bis zu 30 Gew.-% eines Metalloxides im erfindungsgemäßen Stoffgemisch enthalten sein.

Charakteristisch für die erfindungsgemäßen Mischungen ist einmal die Zusammensetzung, welche entweder ausbalanciert oder sauerstoffüberbilanziert ist, so daß schädliche Gasanteile wie Kohlenstoffmonoxid beim erzeugten Treibgas nur in geringsten Mengen auftreten. Für die Erzeugung von Stickoxiden gilt das gleiche, da die erfindungsgemäßen Stoffmischungen relativ geringe Verbrennungstemperaturen (in der Regel unter 2000 K) aufweisen, so daß die Erzeugung von NO_x minimal bleibt und die entsprechenden Schadgase nur in für die Fahrzeuginsassen unbedenklichen Mengen gebildet werden. Salzsäure und andere schädliche Gase entstehen beim Abbrand der erfindungsgemäßen Stoff-

gemisch überhaupt nicht.

Weiterhin entsteht bei der Verbrennung des erfindungsgemäßen Stoffgemisches keine Emission von nicht-filtrierbaren, gasförmigen Feinstaubpartikeln, sondern die Verbrennungsrückstände fallen in kondensierter Form (fest oder flüssig) an, und können somit durch mechanische Filtration zurückgehalten werden.

Als gemeinsame Eigenschaft der oben beschriebenen erfindungsgemäßen Stoffgemische ergibt sich schließlich eine hohe Mol-bezogene Gasausbeute, eine geringe Hygroskopizität sowie eine hohe thermische und chemische Langzeitstabilität.

In Fig. 1 ist ein Stabilitätstest (sogenannter Holland-Test) einer Stoffmischung gemäß dem oben beschriebenen dritten Ausführungsbeispiel bei einer Temperatur von 110°C über eine Zeitdauer von mehr als 400 h gezeigt. Zur Durchführung des Tests wurde das Stoffgemisch zunächst 8 h vorgetrocknet, so daß die leicht flüchtigen Anteile, wie sie beispielsweise durch Oberflächenfeuchtigkeit der Pellets im Stoffgemisch entstehen, zu Beginn der Langzeitmessung bereits entfernt waren. Wie der Meßkurve zu entnehmen ist, lag die Gewichtsabnahme des erfindungsgemäßen Stoffgemisches nach 72 h unter 0,05%. Erst bei sehr langen Zeitdauern über 400 h in der mit 110 °C beheizten Testkammer ergab sich eine Gewichtsabnahme von ca. 0,3%. Im Vergleich dazu liegt die Gewichtsabnahme von bekannten Stoffgemischen bereits nach 72 h unter vergleichbaren Verhältnissen schon ca. bei 1%. Das erfindungsgemäße Stoffgemisch nach dem dritten Ausführungsbeispiel kann daher als besonders langzeitstabil bezeichnet werden.

In Fig. 2 sind die Ergebnisse eines Hygroskopizitätstests mit dem Stoffgemisch nach Ausführungsbeispiel 3 dargestellt. Die Kurve mit dem Bezugszeichen 1 wurde bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 45%, die Kurve mit dem Bezugszeichen 2 bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 55% aufgenommen. Dabei ergab sich nach einer Meßdauer von über 140 h lediglich eine Gewichtszunahme von etwa 0,05%.

Fig. 3 schließlich zeigt in tabellarischer Form eine Gegenüberstellung von Eigenschaften des erfindungsgemäßen Stoffgemisches nach Ausführungsbeispiel 3 mit denen eines Stoffgemisches nach der oben zitierten DE 44 23 088 A1. Dabei zeigt sich, daß die Gasausbeute des erfindungsgemäßen Stoffgemisches erheblich höher und die Verbrennungstemperaturen erheblich niedriger liegen. Der Anteil an verdampften Feststoffpartikeln (im wesentlichen KCl und K₂Cl₂) liegt bei dem bekannten Stoffgemisch bei ca. 8,7% während bei dem erfindungsgemäßen Stoffgemisch überhaupt keine verdampften Feststoffpartikel auftreten.

Patentansprüche

1. Stoffgemisch zur pyrotechnischen Erzeugung von Gasen, insbesondere von Treibgasen für Insassenschutzvorrichtungen in Kraftfahrzeugen, dadurch gekennzeichnet, daß das Stoffgemisch eine gaserzeugende Mischung umfaßt, die aus
 - a) 10 bis 50 Gew.-% eines aus der Gruppe der Säure-Dihydrazide ausgewählten Brennstoffs und
 - b) 50 bis 90 Gew.-% eines aus der Gruppe der Nitrate und Peroxide oder deren Mischungen ausgewählten anorganischen Oxidators besteht.
2. Stoffgemisch nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, daß das Stoffgemisch zusätzlich zu der gaserzeugenden Mischung bis zu 30 Gew.-% eines Metalloxids enthält.

3. Stoffgemisch nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Metalloxid aus der aus Al₂O₃, B₂O₃, SiO₂, TiO₂, MnO₂, CuO, Fe₂O₃, ZnO oder deren Mischungen bestehenden Gruppe ausgewählt ist.

4. Stoffgemisch nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Metalloxid in einem Anteil von zwischen 5 und 20 Gew.-% enthalten ist.

5. Stoffgemisch nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoff aus der aus den Dihydraziden von Kohlensäure, Oxalsäure, organischen Dicarbonsäuren oder deren Mischungen bestehenden Gruppe ausgewählt ist.

6. Stoffgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoff Oxalsäure-Dihydrazid ist.

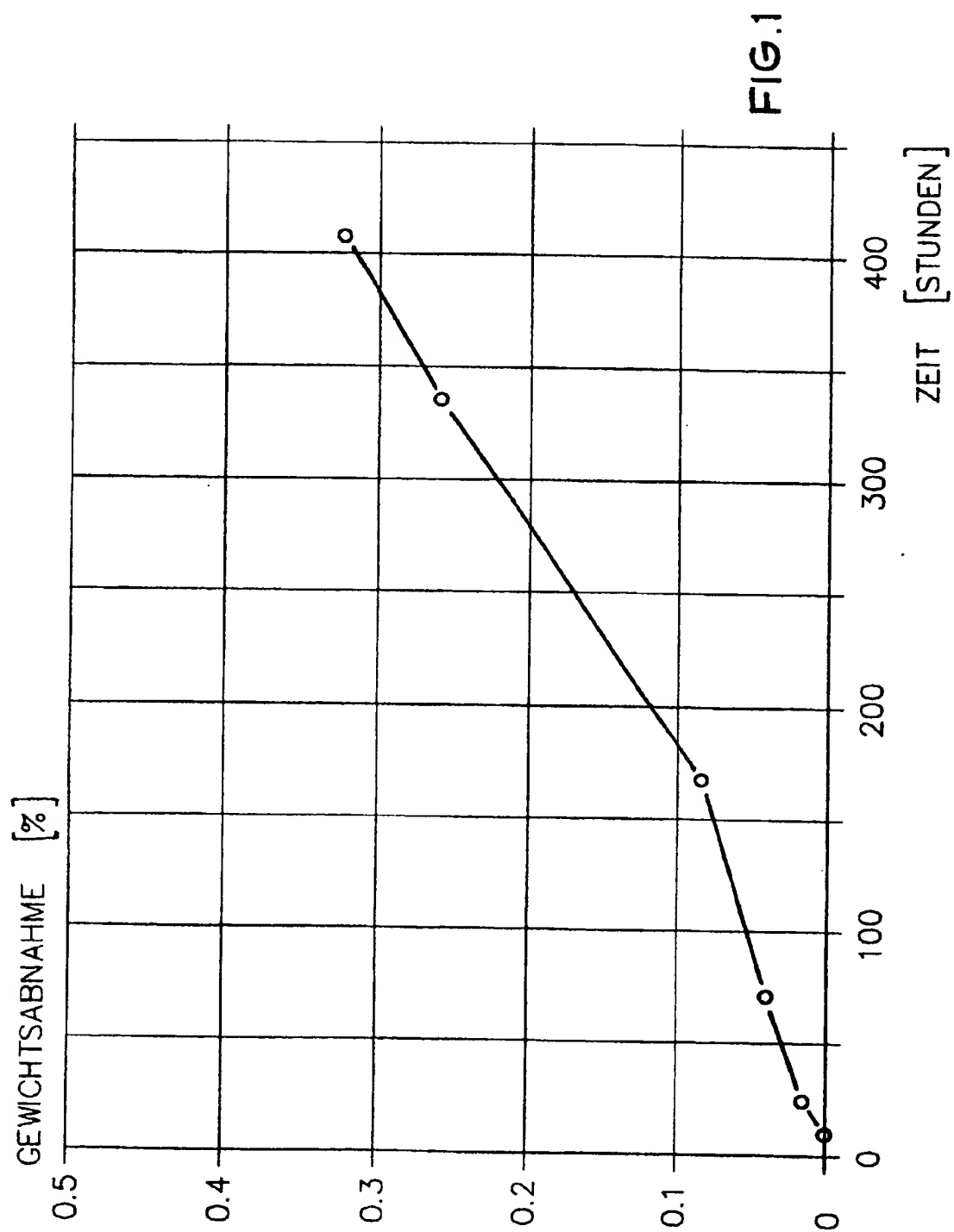
7. Stoffgemisch nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der anorganische Oxidator aus der aus Strontiumnitrat, Kaliumnitrat, Natriumnitrat oder deren Mischungen bestehenden Gruppe ausgewählt ist.

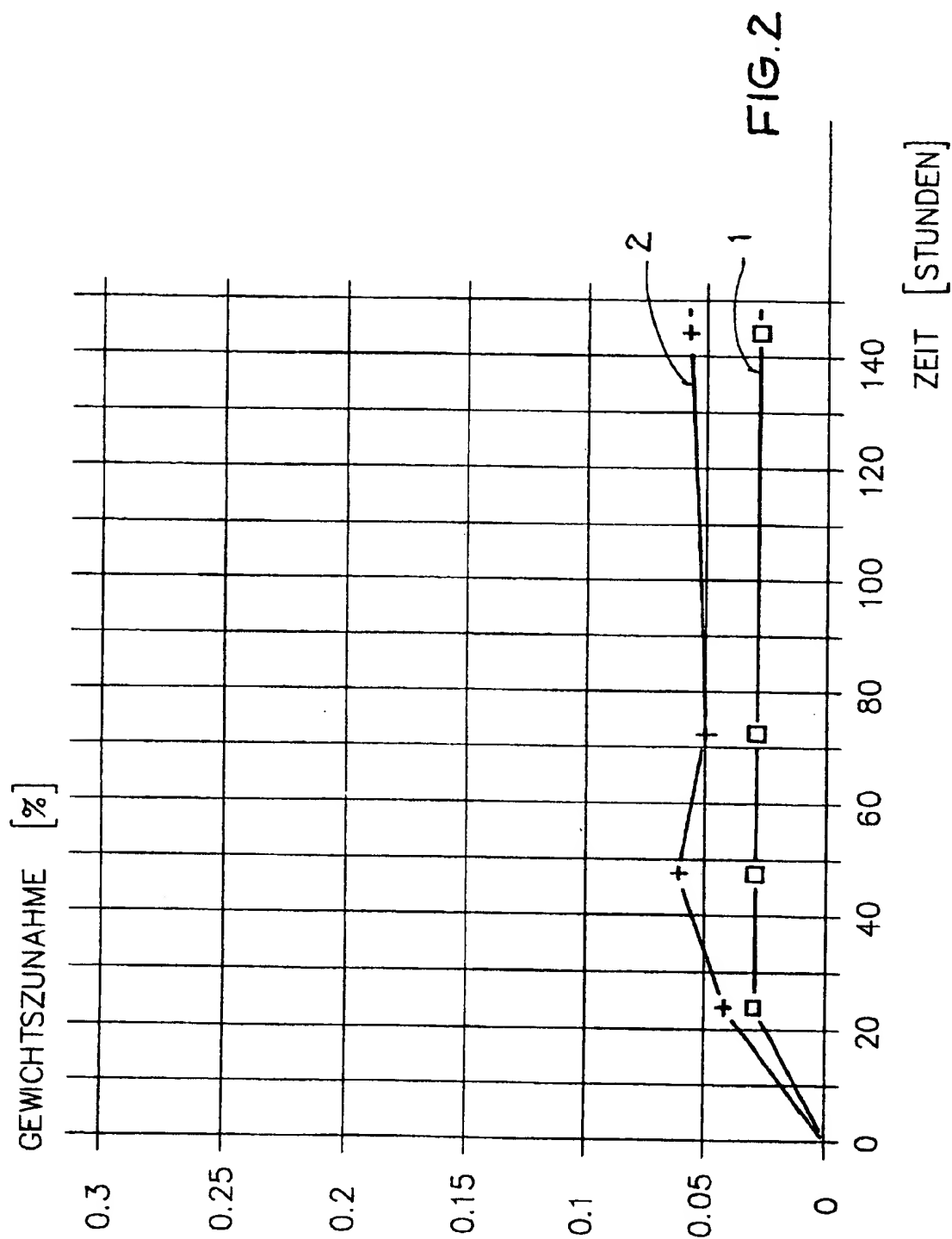
8. Stoffgemisch nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der anorganische Oxidator Strontiumnitrat ist.

9. Stoffgemisch nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der anorganische Oxidator ein Gemisch aus Strontiumnitrat mit Kaliumnitrat oder ein Gemisch aus Strontiumnitrat mit Natriumnitrat ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Le rs it -





TREIBSTOFF- GEMISCH	GAS AUS BEUTE Mol/kg	VERBRENNUNGS- TEMPERATUR K	VERDAMPFTE FESTSTOFF- PARTIKEL %
3. AUSFÜHRUNGS- BEISPIEL	22,9	1875	0
4. AUSFÜHRUNGS- BEISPIEL	23,5	1859	0
MISCHUNG NACH DE 44 23 088	15,8	2230	18,7

FIG. 3